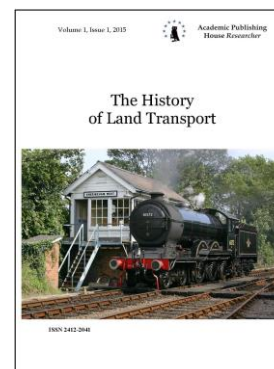


Copyright © 2016 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation
The History of Land Transport
Has been issued since 2015.
ISSN: 2412-2041
E-ISSN: 2413-760X
Vol. 2, Is. 1, pp. 11-17, 2016

DOI: 10.13187/hlt.2016.2.11
www.ejournal38.com



Transport and Communications

UDC 62

The Engine Working Volume of 1,6 Liters Combined with a Combined Supercharged

Andrey A. Gaynullin ^a, Aleksei N. Terentev ^a

^a Izhevsk state technical university, Russian Federation

Abstract

There is held the thermal calculation of the motor; on its base it can be developed the working draft of an engine capacity of 1596 cm³ combined with turbocharging. The article presents the data of the main technical parameters of the engine combined with turbocharging.

In conclusion, the authors note that the increase in pressure by the compressor inlet leads to the undesirable consequences for the life of the engine – to an increase of mechanical stress on the details of the crank mechanism and the cylinder-piston group. In this regard, it is necessary to conduct the more detailed technological study of the strength, resource, and heat resistance of the most critical parts of the engine – piston, piston rings, gudgeon pin and etc.

Keywords: transport motor, charging system, mechanical drive, supercharger, a gas turbine, combined.

Введение

На данный момент, в транспортных ДВС применяются такие системы наддува как: инерционная; с механическим приводом нагнетателя; газотурбинная и комбинированная [1].

Инерционная система наддува является самой простой. Она основана на использовании волновых процессов путем подбора соответствующих длин впускных и выпускных трубопроводов двигателя для увеличения количества воздуха, поступающего в цилиндры. В настоящее время инерционный наддув применяется редко или в комбинации с другими типами наддува, т.к. требуется сложная настройка впускной и выпускной систем.

Чаще применяют систему с механическим приводом нагнетателя. Наддув воздуха при этой системе создается нагнетателем, привод которого работает от коленчатого вала. В качестве наддувочного агрегата используют центробежные, поршневые и роторно-шестереночные нагнетатели [2].

Агрегаты с газотурбинным наддувом, объединяющие газовую турбину и компрессор, исключают из себя недостатки, присущие системе с приводным нагнетателем основным из которых является отбор мощности от коленчатого вала двигателя и увеличенный расход топлива. В наши дни этот способ наддува широко применяется в автомобильных и тракторных ДВС.

Комбинированный же наддув предусматривает наличие как механического привода нагнетателя от двигателя, так и газовой связи с ним. Эта система наддува и является темой данной статьи.

Результаты и обсуждение

Система комбинированного наддува

За основу расчета принят двигатель ВАЗ 11183-1000260 с системой двойного наддува (комбинированного) от двигателя TSI (Turbo Stratified Injection, дословно — турбонаддув и послыйный впрыск) фирмы Volkswagen.

В конструкции двигателей TSI производителем реализовано два подхода: двойной наддув и просто турбонаддув. Аббревиатура TSI является запатентованным товарным знаком концерна Volkswagen.

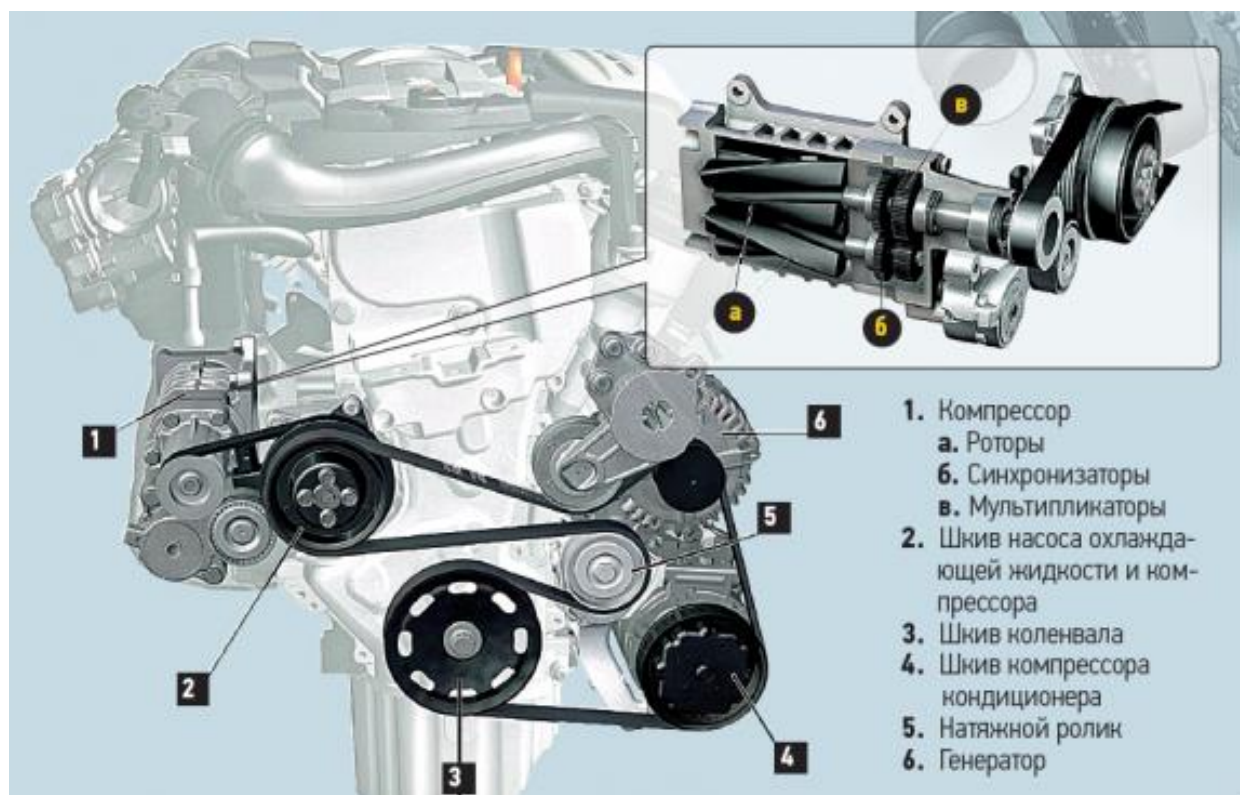


Рис. 1. Механический компрессор

Двойной наддув осуществляется в зависимости от потребности двигателя двумя устройствами: механическим компрессором и турбокомпрессором. Комбинированное применение данных устройств позволяет реализовать номинальный крутящий момент в широком диапазоне оборотов двигателя.

В конструкции двигателя используется механический компрессор типа Roots см. рисунок 1. Он представляет собой два ротора определенной формы, помещенных в корпус. Роторы вращаются в противоположные стороны, чем достигается всасывание воздуха с одной стороны, сжатие и нагнетание – с другой. Механический компрессор имеет ременной привод от коленчатого вала. Привод активизируется с помощью магнитной муфты. Для регулировки давления наддува параллельно компрессору установлена регулировочная перепускная заслонка.

Работа комбинированного наддува

В зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя (нагрузки) различают следующие режимы работы системы двойного наддува см. рисунок 2:

- безнаддувный режим (до 1000 об/мин);
- работа механического компрессора (1000-2400 об/мин);
- совместная работа механического компрессора и турбокомпрессора (2400–3500 об/мин);
- работа турбокомпрессора (свыше 3500 об/мин).

На холостых оборотах двигатель работает в безнаддувном режиме. Механический компрессор выключен, регулирующая перепускная заслонка открыта. Энергия отработавших газов невелика, турбокомпрессор не создает давления наддува.

С ростом числа оборотов, включается механический компрессор и закрывается регулирующая перепускная заслонка. Давление наддува, в основном, создает механический нагнетатель (до 0,17 МПа). Турбокомпрессор обеспечивает небольшое дополнительное сжатие воздуха.

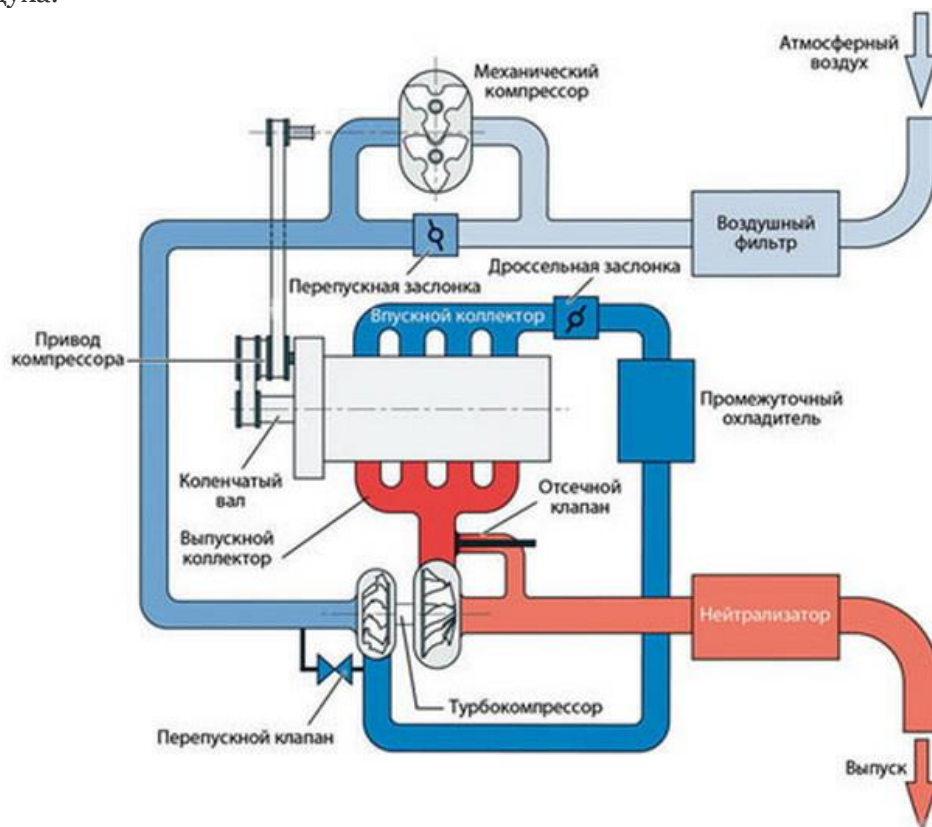


Рис. 2. Система комбинированного наддува

При частоте вращения коленчатого вала двигателя в пределах 2400-3500 об/мин давление наддува создает турбокомпрессор. Механический нагнетатель подключается при необходимости, например, при резком ускорении (резком открытии дроссельной заслонки). Давление наддува может достигать до 0,25 МПа.

Далее работа системы осуществляется только за счет турбокомпрессора. Механический нагнетатель выключен. Регулирующая заслонка открыта. Для предотвращения детонации с ростом числа оборотов давление наддува несколько падает. При частоте вращения 5500 об/мин оно составляет порядка 0,18 МПа.

Тепловой расчёт двигателя с турбонаддувом

Как было отмечено ранее, за основу расчета принят двигатель ВАЗ 11183-1000260 с характеристиками приведенными в таблице 1.

Таблица 1. Основные параметры исходного двигателя ВАЗ 11183-1000260

Параметры	Значение
Тип двигателя по способу воспламенения рабочей смеси	Искровой
Тип двигателя по роду применяемого топлива	Бензин
Наличие или отсутствие наддува	Отсутствует
Тип охлаждения	Жидкостное
Тип топливной системы	Электронный впрыск топлива
Число клапанов на цилиндр	4
Количество цилиндров и их расположение, порядок работы	4-Р 1-3-4-2
Тактность двигателя	4-хтактный
Номинальная эффективная мощность при номинальной частоте вращения	60 кВт при 5200 об/мин
Максимальный крутящий момент	120 Нм при 2700 об/мин
Минимальная частота вращения коленчатого вала	850 об/мин
Степень сжатия	10
Диаметр цилиндра	82 мм
Ход поршня	75,6 мм
Рекомендуемое топливо	АИ-95
Рабочий объем цилиндра	1596 см ³

Расчет двигателя проводился для режимов: минимальной частоты вращения при $n_e = 850 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, максимального крутящего момента при $n_e = 2700 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, номинальной мощности при $n_e = 5200 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$, максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя при $n_e = 6000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$. Значения полученных расчетных параметров мощности и крутящего момента двигателя приведены на рисунке 3. Здесь же представлены значения «Наддува» – давления создаваемого компрессорами – механическим и турбокомпрессором.

P_k , M_e , N_e ,
 $MПа$ $Нм$ $кВт$

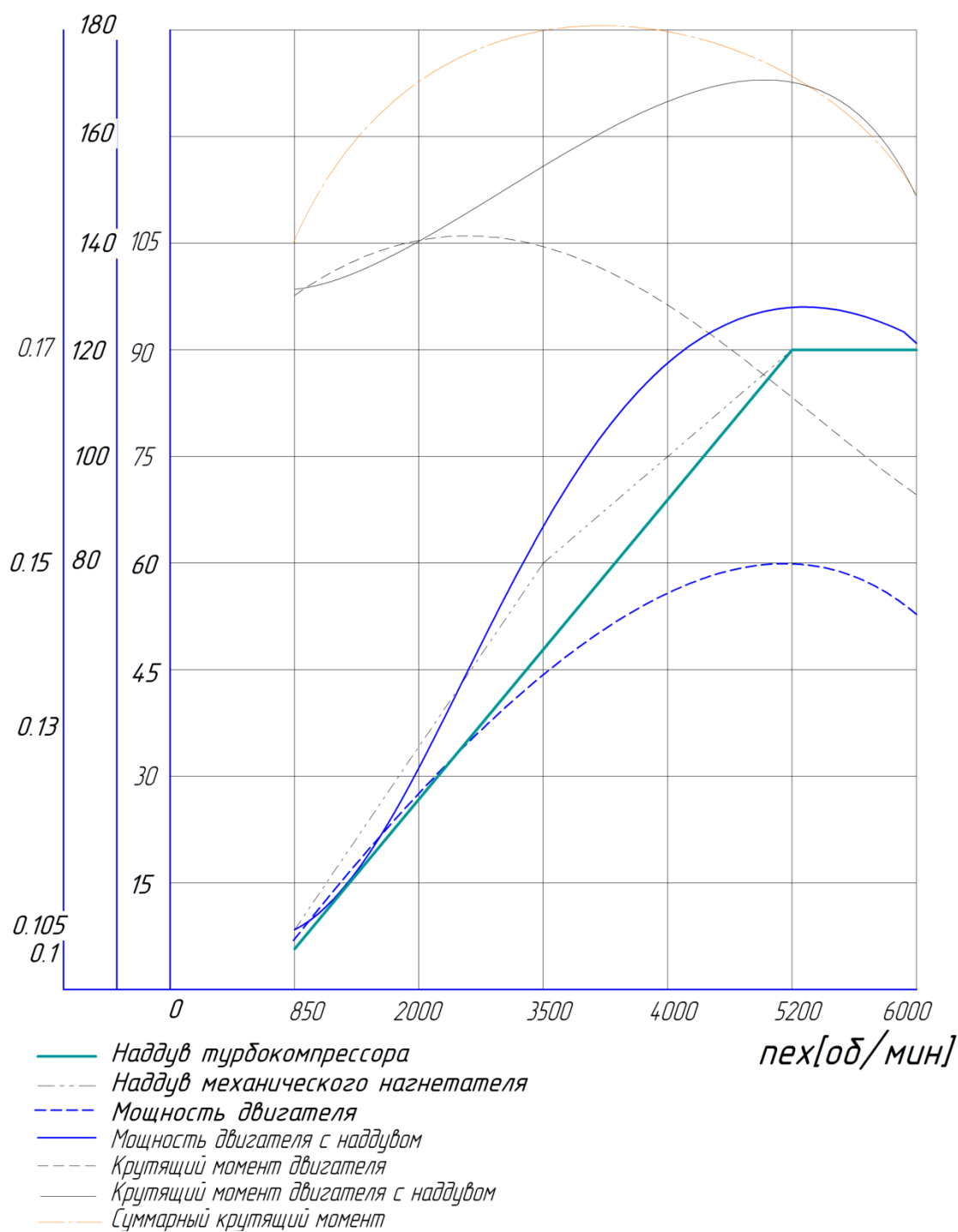


Рис. 3. Расчетные данные мощности и крутящего момента двигателя

Закключение

Был проведен тепловой расчет двигателя ВАЗ 11183-1000260, на основании которого спроектирован двигатель рабочим объемом 1596 см³ с комбинированным наддувом.

Спроектированный двигатель имеет следующие характеристики:

- номинальная мощность $N_e=95$ кВт, она увеличилась на 35 кВт (58%) относительно исходной,
- максимальный крутящий момент $M_e^{max}=180$ Н·м, что выше исходного значения на 60 Н·м (50%),

На основе представленных расчетов можно разработать рабочий проект двигателя с комбинированным наддувом, который будет иметь характеристики близкие, или даже превосходящие зарубежные аналоги.

Требуется, однако, отметить, что увеличение давления компрессором на впуске приводит и к нежелательным последствиям для ресурса двигателя – к возрастанию механических напряжений на детали кривошипно-шатунного механизма и цилиндропоршневой группы. В связи с этим, необходимо провести более детальную конструктивно-технологическую проработку прочности, ресурса и теплостойкости наиболее ответственных деталей двигателя – поршня, поршневых колец, поршневого пальца и др.

Литература

1. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов/ А.И. Колчин, В.П. Демидов. 4-е изд., стер. М.: Высш. шк., 2008. 496 с.: ил.
2. Патрахальцев Н.Н., Савастенко А.А. Форсирование двигателей внутреннего сгорания наддувом. М.: Легион-Автодата, 2004. 176 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник для вузов/В.Н. Луканин, К.А. Морозов, А.С. Хачиян и др. Под редакцией В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова. 3-е изд, перераб. и испр. М.: Высш школа, 2007. 2 тома: ил.
4. Фёдоров Л.С., Иваненко М.А. Возможности применения автомобилей с гибридными энергоустановками // Вестник Университета (Государственный университет управления). 2006. Т. 2. № 15. С. 155-160.
5. Кокорин А. Три главные причины, по которым мы все будем ездить на электромобилях // АвтоГазоЗаправочный комплекс + Альтернативное топливо. 2015. № 4. С. 46-48.
6. Колпаков А. Модули SKAI/SKADS – предельный уровень интеграции! // Силовая электроника. 2005. № 5. С. 48-52.

References

1. Raschet avtomobil'nyh i traktornyh dvigatelej: Ucheb. posobie dlja vuzov/ A.I. Kolchin, V.P. Demidov. 4-e izd., ster. M.: Vyssh. shk., 2008. 496 s.: il.
2. Patrahal'cev N.N., Savastenko A.A. Forsirovanie dvigatelej vnutrennego sgoranija nadduvom. M.: Legion-Avtodata, 2004. 176 s.
3. Dvigateli vnutrennego sgoranija. Uchebnik dlja vuzov/V.N. Lukanin, K.A. Morozov, A.S. Hachijan i dr. Pod redakciej V.N. Lukanina, M.G. Shatrova. 3-e izd, pererab. i ispr. M.: Vyssh shkola, 2007. 2 toma: il.
4. Fjodorov L.S., Ivanenko M.A. Vozmozhnosti primenenija avtomobilej s gibridnymi jenergoustanovkami // Vestnik Universiteta (Gosudarstvennyj universitet upravlenija). 2006. T. 2. № 15. S. 155-160.
5. Kokorin A. Tri glavnye prichiny, po kotorym my vse budem ezdit' na jelektromobiljah // AvtoGazoZapravochnyj kompleks + Al'ternativnoe toplivo. 2015. № 4. S. 46-48.
6. Kolpakov A. Moduli SKAI/SKADS – predel'nyj uroven' integracii! // Silovaja jelektronika. 2005. № 5. S. 48-52.

УДК 62

Двигатель рабочим объемом 1,6 литра с комбинированным наддувом

Андрей Алексеевич Гайнуллин ^а, Алексей Николаевич Терентьев ^а

^а Ижевский государственный технический университет, Российская Федерация

Аннотация. Были проведен тепловой расчет двигателя; на основании, которого может быть разработан рабочий проект двигателя рабочим объемом 1596 см³ с комбинированным наддувом. Представлены расчетные данные основных технических параметров двигателя с комбинированным наддувом. В заключении авторы отмечают, что

увеличение давления компрессором на впуске приводит и к нежелательным последствиям для ресурса двигателя – к возрастанию механических напряжений на детали кривошипно-шатунного механизма и цилиндро-поршневой группы. В связи с этим, необходимо провести более детальную конструктивно-технологическую проработку прочности, ресурса и теплостойкости наиболее ответственных деталей двигателя – поршня, поршневых колец, поршневого пальца и др.

Ключевые слова: транспортный двигатель, наддув, механический привод, нагнетатель, газотурбинный, комбинированный.